

**Máster en profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

Especialidad en Biología y Geología

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2017-2018

Una enciclopedia sobre Genética molecular

An encyclopedia on molecular genetics

Autora: Elena Gárate Velilla

Director: Ángel Luis Cortés Gracia



**Universidad
Zaragoza**



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Presentación personal y del currículo académico	1
1.2. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I, II, III	1
1.3. Presentación del trabajo	2
2. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ASIGNATURAS DEL MÁSTER	3
3. PROPUESTA DIDÁCTICA	6
a. Título y nivel educativo	6
b. Evaluación inicial	6
c. Objetivos	9
d. Breve introducción de la propuesta didáctica	10
e. Justificación de la propuesta didáctica	10
3.1. ACTIVIDADES (WIKI)	13
a. Contexto	13
b. Participantes	13
c. Objetivos	13
d. Contenidos	14
e. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje	14
f. Metodología utilizada	15
3.2. EVALUACIÓN FINAL	18
3.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL	20
3.4. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	25
4. EVALUACIÓN DE PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	27
5. CONCLUSIONES DEL MÁSTER	30
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXO I- Rúbrica de evaluación de la <i>wiki</i>	34
ANEXO II- Prueba escrita (Genética molecular)	35

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación personal y del currículo académico

A modo de introducción me gustaría comenzar con una breve reflexión de lo que me trajo a cursar el Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas, en la especialidad de Biología y Geología.

Empezaré hablando de 2º de Bachillerato, curso en el que te toca escoger básicamente a qué te querrás dedicar en el futuro. Sin embargo, yo no tenía la madurez necesaria para decidir. Mi idea era estudiar Magisterio, porque tal y como habría dicho en aquella época “me encantan los niños y me gusta ver cómo cambia la expresión de un persona cuando entiende algo que unos segundos antes no lograba comprender”.

La reacción de las personas que me rodeaban no era la esperada, todos ponían una mirada como si creyesen que ese Grado no estuviese hecho para mí, algunos incluso me decían que si no prefería estudiar algo relacionado con las Ciencias (Genética, Biología...). Finalmente consiguieron sembrar la duda, ellos tenían razón, así que comencé el Grado en Biotecnología en la Universidad de Zaragoza.

El año pasado, en el 2017, lo acabé, tras mucho esfuerzo y agobio, lo terminé, y ¿qué ocurrió? ¡Volvieron las dudas!

Ahora el dilema era hacer un Máster de Investigación o centrarme de una vez por todas en lo que quería, ser profesora. Esta vez ganó mi vocación, es un camino que tenía que probar, y he de decir que tras haberlo hecho, no me arrepiento. Creo que al fin puedo decir que sé a qué me quiero dedicar en “el futuro”. Quiero dedicarme a la docencia, y mi intención en cuanto finalice el Máster es preparar las oposiciones para Profesorado de Secundaria, al mismo tiempo que intento trabajar en algún Centro privado o concertado.

1.2. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I, II, III

Desarrollé los distintos periodos de prácticas en el IES Pablo Serrano. Se trata de un instituto público ubicado en el barrio de Las Fuentes, en Zaragoza. El nivel socioeducativo del barrio es homogéneo y bastante bajo, ya que se trata de un barrio obrero con una población envejecida. Esta tendencia al envejecimiento se vio corregida, en parte, por el fenómeno de la inmigración, lo que explica la heterogeneidad y gran diversidad cultural del alumnado del Instituto, definido como aconfesional.

El número de alumnos varía cada año, aunque se mantiene en torno a 1000. Este Centro proporciona una amplia oferta de enseñanzas, tanto Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, como FP Básica y Ciclos Formativos de Grado Medio y Grado Superior relacionados con los sectores de la Administración, Informática y Electrónica. Por tanto tiene horario diurno y vespertino, permaneciendo abierto durante todo el día e incluso algunos fines de semana, ya que el Centro desempeña un papel fundamental en la vida del barrio, poniendo las instalaciones al servicio de diferentes colectivos que desarrollan actividades sin ánimo de lucro, como la Escuela de Español para Inmigrantes por la fundación CODIA.

1.3. Presentación del trabajo

Durante la realización del Prácticum I pude tomar contacto con los aspectos organizativos y legislativos del centro, además de asistir a clases de PMAR, Bilingüe en francés y distintas actividades organizadas por el Centro (muestra de debate, charlas del Plan Director...). Este periodo fue bastante útil para ver la aplicación a la realidad diaria de un centro de lo que se nos había explicado en las clases teóricas de materias del primer cuatrimestre, como “Contexto de la actividad docente” o “Interacción y convivencia en el aula”.

Durante el segundo y tercer periodo de prácticas he podido desarrollar mi actividad docente con alumnos de 4º ESO, encargándome de la unidad didáctica de Genética molecular.

En consecuencia, en este Trabajo Fin de Máster se va a realizar una revisión de los distintos aprendizajes adquiridos durante la realización del Máster, centrándome principalmente en dos materias que considero de gran relevancia en el desarrollo de mi propuesta didáctica durante este segundo periodo de prácticas y seguidamente se expondrán y analizarán en profundidad las distintas actividades que componen dicha propuesta didáctica. Al final de la memoria se incluye una reflexión con las conclusiones extraídas tras haber cursado el Máster.

Por último, debo señalar que he titulado el trabajo “Una enciclopedia sobre Genética molecular” porque me ha parecido que este título recogía bastante bien la novedad que aporté con respecto a las clases habituales de mi tutora en el Centro, siendo esta el desarrollo de una *wiki* de forma colaborativa sobre los contenidos que impartí en las clases teóricas durante mi estancia (todos los relacionados con la Genética molecular de 4º de ESO).

2. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ASIGNATURAS DEL MÁSTER

Las dos asignaturas que más utilidad han tenido, en mi caso, han sido Procesos de Enseñanza-Aprendizaje (asignatura impartida por Juan Lorenzo en el 1º cuatrimestre) y TIC (impartida por César López en el 2º cuatrimestre). Esto se debe, principalmente, a que ambas materias sirvieron como base fundamental que sostiene la propuesta didáctica que tuve la oportunidad de desarrollar durante el periodo de prácticas.

La primera me inspiró en cuanto al aprendizaje colaborativo, ya que la actividad principal que llevé a cabo, el desarrollo de la *wiki*, fue un proyecto realizado en equipos de trabajo en el que se llegaba a un producto final (la enciclopedia completa) por medio del trabajo desempeñado por los distintos equipos. Y la segunda, básicamente me proporcionó la herramienta que empleé, la *wiki*, ya que antes de esta asignatura no la conocía y vi que tenía un gran potencial que podía aprovechar con mis alumnos durante las prácticas.

Procesos de enseñanza-aprendizaje (PEA):

En esta asignatura se abordaron aspectos como la motivación y su importancia para propiciar el aprendizaje, distintas metodologías de enseñanza y aprendizaje (como el aprendizaje cooperativo), formas de evaluar y la importancia de la evaluación formativa, y la inclusión de las TIC en la educación, entre otros. Por lo tanto, fue bastante útil de cara a enfocar la preparación de la propuesta didáctica, basada en el uso del trabajo colaborativo combinado con las TIC, ya que el hecho de tratar el aprendizaje cooperativo en clase, me inspiró para desarrollar los principios del aprendizaje colaborativo, con el que comparte varios puntos.

Por un lado, para realizar el análisis de esta asignatura, me voy a centrar en mostrar qué aspectos del aprendizaje cooperativo, explicados durante las clases teóricas y compartidos con el aprendizaje colaborativo, me inspiraron a la hora de desarrollar mi propuesta didáctica (Johnson, Johnson y Holubec, 2008):

- El aprendizaje cooperativo se define como el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás, lo que combinaba perfectamente con la idea que yo tenía para desarrollar la *wiki*.
- Es muy adecuado para atender a la diversidad y favorecer la inclusión, lo que me pareció interesante debido a la heterogeneidad del alumnado con el que iba a trabajar.
- La aplicación de esta estrategia supone la creación de unos grupos base heterogéneos y la distribución de tareas combinando tarea individual y colectiva, lo que traté de respetar a la hora de formar los equipos de trabajo.
- Esta estrategia promueve la interdependencia positiva, ya que un grupo no alcanza sus objetivos hasta que no los alcanzan todos.

Además, se ha demostrado que el aprendizaje cooperativo es una estrategia metodológica que permite al docente alcanzar varias metas importantes al mismo tiempo. En primer lugar, ayuda a elevar el rendimiento de todos sus alumnos, tanto de los que tienen altas capacidades como de los que tienen dificultades para aprender. En segundo lugar, contribuye al establecimiento de relaciones positivas entre los alumnos (Johnson *et al.*, 2008). En tercer

lugar, proporciona a los alumnos las experiencias que necesitan para lograr un saludable desarrollo social, psicológico y cognitivo (Johnson *et al.*, 2008).

En esta asignatura se nos enseñaron diversas técnicas de trabajo cooperativo, como rompecabezas, 1-2-4, parada de tres minutos, mapa conceptual, grupo de investigación... Sin embargo, no empleé ninguna de las distintas técnicas que se explicaron, sino que teniendo en cuenta los elementos básicos que ha de tener el trabajo cooperativo (citados a continuación) diseñé una actividad colaborativa en la que por grupos tenían que desarrollar distintos conceptos de una *wiki* sobre Genética molecular (cada grupo un concepto, haciendo un total de 6).

Los elementos básicos que hacen que los equipos de trabajo sean realmente cooperativos son la interdependencia positiva, la responsabilidad individual, la interacción personal, la integración social y la evaluación grupal (Johnson *et al.*, 2008). En la actividad que implanté conseguí poner en funcionamiento todos los elementos salvo el último. Ahora, viéndolo con perspectiva, creo que debería haber profundizado más en la evaluación grupal, ya que les hice valorar todos los conceptos (incluido el realizado por su propio grupo) siguiendo una rúbrica de evaluación, pero no les pedí que analizasen cómo habían trabajado juntos, si las relaciones que mantuvieron en el trabajo fueron eficaces o no y cómo podían acrecentar la eficacia del grupo. En futuras aplicaciones de esta propuesta trataría de profundizar en esta parte, ya que podría contribuir a mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Por otro lado, cabe destacar, que el tema de la motivación también me pareció muy interesante y traté de fomentarla a lo largo de todas las clases. Con dicho propósito usé algunos de los “trucos” que se nos enseñaron en las clases teóricas, como personalizar el trato con el alumno (por ejemplo aprendiendo sus nombres y sus intereses), fomentar la participación en clase (haciéndoles preguntas, corregir los ejercicios...), y sobre todo, haciéndoles partícipes de determinadas decisiones (por ejemplo, en la *wiki*, les dejé decidir cómo hacer el reparto de los conceptos que tendría que desarrollar cada grupo y, al final, les hice valorar los conceptos de los otros grupos, contribuyendo así a la nota final del trabajo de sus compañeros).

Para finalizar, me gustaría señalar que, sin embargo, el tema correspondiente a la evaluación debería mejorarse en algunos aspectos, ya que fue muy básico, y por ejemplo no se enseñaron algunas técnicas de evaluación más novedosas, aparte de los proyectos o las pruebas escritas. Además, me dio la sensación de que solo se habló de distintos instrumentos de evaluación, pero no se nos enseñó a utilizarlos y creo que esto habría sido de gran utilidad para el desarrollo de nuestra propuesta didáctica. Esto mismo ocurrió en el caso de la asignatura de “Evaluación e innovación docente e investigación educativa” en Biología y Geología.

Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje:

Por otro lado, la otra asignatura que considero que ha tenido una gran relevancia para mi formación es la de Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje.

El motivo principal es que actualmente vivimos en la sociedad de la información y por tanto es imprescindible saber emplear las TIC en nuestra vida diaria. En consecuencia creo que deberían estar presentes dentro de todos los centros escolares y que nosotros, como docentes, deberíamos emplearlas y enseñar a nuestros alumnos a hacer un buen uso de ellas.

Otra razón es que se ha demostrado la alta motivación que despiertan las herramientas digitales en los alumnos para el aprendizaje colaborativo, ya que resulta una alternativa óptima para promover la interacción social (García-Valcárcel Muñoz-Repiso, Hernández Martín y Recamán Payo, 2012; García-Valcárcel Muñoz-Repiso, Basilotta Gómez-Pablos y López García, 2014; Vela Vargas, Medina Almeida y Rodríguez Arroyo, 2017).

En consecuencia, durante mi periodo práctico, las TIC han estado muy presentes. Durante las clases que he impartido he empleado presentaciones de *PowerPoint*, fundamentalmente con imágenes descriptivas e ilustradoras de modelos para apoyar las explicaciones y ayudar a los alumnos a seguir los contenidos; y algún video de *YouTube* y una simulación del proceso de expresión de un gen para ayudar a los alumnos a comprender conceptos un poco ambiguos, ya que al tratarse de nociones abstractas que no están presentes en su vida cotidiana y que no pueden ver, les cuesta imaginarse cómo son.

Además, gracias a esta asignatura he podido conocer nuevos recursos que antes no conocía o no sabía cómo manejarlos. Principalmente realizamos el diseño de *blog*, *web*, *wiki*, *WebQuest*, caza del tesoro y un vídeo. Todos ellos con contenido educativo o relacionado con la docencia. De todos estos recursos, el que más llamó mi atención, ya que le vi un gran potencial para aplicar con mis alumnos durante el Prácticum fue la *wiki*. El motivo principal fue que pensé que el hecho de construirla entre todos y obtener un producto final completo que queda en internet accesible y visible para todo el mundo tenía un fuerte componente motivador. Otro plus era su sencillo manejo y que me permitía seguir al día los avances de los alumnos.

Previamente a las prácticas tuve que diseñar la *wiki* (en realidad fueron dos, una para cada clase de 4º). Para ello creé una página principal, tal y como se nos había explicado durante las clases teóricas, con una presentación y una guía para la correcta realización del trabajo y creé distintas pestañas, una para concepto a desarrollar, para que estuviese estructurado y que cada grupo tuviese un espacio para desarrollar su trabajo.

Con esta actividad también se fomentó en el alumnado el uso de las TIC y por ende la competencia digital, ya que para el desarrollo de los conceptos tenían que consultar y procesar información de distintas fuentes en internet, así como buscar vídeos, imágenes y otros recursos *web* (como actividades interactivas), sin ningún tipo de límite, fomentando así la creatividad.

Como ya he mencionado, es una de las asignaturas a la que más utilidad y sobre todo aplicabilidad le he encontrado como futura docente. Sin embargo, me habría gustado que además de las herramientas ya mencionadas, nos hubiesen enseñado a utilizar otras como los formularios de *Google Drive* o *Kahoot*, ya que creo que tienen un gran potencial para la realización de las evaluaciones iniciales del alumnado y para comprobar lo que saben y lo que no y detectar las posibles ideas alternativas que presenten.

A pesar de que en mi propuesta empleé la *wiki*, creo que en un futuro, si dispusiese de periodos más largos (lo ideal sería un curso escolar entero), me gustaría crear un *blog*, ya que permite un flujo continuo de información con los alumnos, en el que ellos mismos también participan a través de los comentarios.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

a. Título y nivel educativo

La propuesta didáctica se titula “Una enciclopedia sobre Genética molecular” y se plantea para la asignatura de Biología y Geología impartida en 4º de ESO. Se enmarcaría dentro del bloque 1 de contenidos, La evolución de la vida, según lo dispuesto en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Concretamente se relaciona con los siguientes contenidos mínimos: Los ácidos nucleicos, ADN y Genética molecular, el proceso de replicación del ADN, el concepto de gen, la expresión de la información genética, el código genético, y las mutaciones.

b. Evaluación inicial:

Revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos

Cuando los estudiantes afrontan el aprendizaje de nuevos contenidos, no los desconocen totalmente, sino que tienen unas ideas previas, ya que han estado recibiendo información sobre estos conceptos a través de diversas fuentes y han construido sus propias concepciones, que pueden ser erróneas. Por tanto, si no son tenidas en cuenta, podrían dificultar el aprendizaje (Caballero Armenta, 2008).

En España, el estudio de la Genética y la herencia biológica es un punto central en el cuarto curso de la Educación Secundaria Obligatoria, momento en el que se explica esta disciplina por primera y última vez para muchos alumnos que dejarán de estudiar ciencias (Abril Gallego y Muela García, 2015; Ruiz González, Banet y López Banet, 2017).

Sin embargo, distintas investigaciones señalan que la Genética es una de las áreas que presentan mayores dificultades para el alumnado ya que da pie a la formación de muchas ideas alternativas. (Caballero Armenta, 2008)

La literatura agrupa estas dificultades en cinco dominios: 1) el vocabulario y la terminología específica; 2) el contenido matemático de las tareas de genética mendeliana; 3) los procesos citológicos; 4) la naturaleza abstracta de la Genética y la manera de abordarse en el currículum y 5) su complejidad, que implica procesos a nivel macro y micro (Ageitos Prego y Puig, 2016).

Estas ideas previas están fuertemente arraigadas en los estudiantes y por tanto dificultan la comprensión de la Genética, por lo que se hace necesario para los profesores conocer con antelación cuáles son estas concepciones previas con las que los estudiantes llegan a sus aulas, para así poder tenerlas en cuenta durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Caballero Armenta, 2008).

Hasta ahora, se han publicado muchos estudios que muestran cuáles son las ideas alternativas principales de los jóvenes cuando acceden a la enseñanza de la de Genética, y otros muchos centrados en tratar de discriminar hasta qué punto estas concepciones son causadas o reforzadas por los libros de texto (Ruiz González *et al.*, 2017).

Tras la revisión y comparación de varias fuentes bibliográficas, pude extraer las principales concepciones alternativas o conceptos confusos que poseen los estudiantes de educación secundaria sobre algunos conceptos básicos de Genética, siendo los siguientes:

- La información hereditaria solo se encuentra en las células sexuales o gametos.
- Cada tipo celular posee la información genética necesaria para su propia función. La célula recibe información hereditaria según la función que vaya a desempeñar (Banet y Ayuso, 1995, Íñiguez Porras y Puigcerver Oliván, 2013).
- Los estudiantes no relacionan la meiosis con el proceso de formación de gametos (Íñiguez Porras y Puigcerver Oliván, 2013).
- Desconocen que los gametos son los transmisores de la información genética de una generación a otra (Caballero Armenta, 2008).
- El genotipo determina directamente el fenotipo.
- Ciertas características las aportan los genes de un progenitor y otras los genes del otro.
- Mayor parecido a un progenitor por más cantidad de información hereditaria del mismo.
- La mayoría de alumnos relacionan las mutaciones con cambios físicos o con una “transformación” anatómica observable a simple vista (Ruiz González, Banet y López Banet, 2017).
- Creen que las mutaciones (incluso las somáticas) son heredables, por ejemplo creen que mutaciones en la piel se transmiten a la descendencia. (Banet y Ayuso, 1995)

Actualmente somos conscientes de que los libros de texto, en algunos casos, pueden promover errores conceptuales y que estos son transmitidos a los alumnos a través de la educación tradicional, ya que en este tipo de enseñanza el profesor suele emplear este recurso casi de forma exclusiva (Abril Gallego y Muela García, 2015).

Por tanto, tras la revisión bibliográfica se confirmó la necesidad de hacer una propuesta didáctica innovadora, que rompiera con la metodología de enseñanza habitual.

¿Cómo se ha establecido el nivel académico de los alumnos?

Con el objetivo de determinar las dificultades y el nivel inicial de los alumnos, lo primero que hice fue preguntar a mi tutora en el centro. Ella me dijo que les había explicado ya algunos contenidos relacionados con lo que yo iba a trabajar (Genética molecular), principalmente la célula, mitosis y meiosis, conceptos básicos de Genética y la herencia biológica. Me transmitió que en general era una clase con un rendimiento académico medio-bajo, que no había profundizado mucho en mitosis y meiosis, porque se repite en 1º de Bachillerato y que el tema de herencia biológica no lo habían entendido muy bien.

En segundo lugar, cuando comencé a dar clase, les planteé a los alumnos, de forma oral, una serie de preguntas relacionadas con conceptos básicos de Genética. Realicé la evaluación inicial de esta forma porque considero que con la formulación de preguntas orales los alumnos no tienen la sensación de que se les está “examinando” y por tanto se sienten más cómodos para responder. Además, me permitió observar sus reacciones ante las distintas

preguntas, lo que contribuyó a que me hiciese una idea global de lo que saben y lo que no, lo que suscita mayor interés y lo que no les interesa en absoluto, etc.

Concretamente les planteé las siguientes cuestiones:

- ¿De qué están formados los cromosomas?
- ¿Qué es un nucleótido? ¿Y un ácido nucleico?
- ¿Qué es el ADN?
- ¿Qué es el ARN?
- ¿En qué creéis que consiste la expresión génica?
- ¿En qué lugares de la célula encontramos ADN?
- ¿En qué lugares de la célula encontramos ARN?
- ¿Qué son las mutaciones?
- ¿Las mutaciones se transmiten a la descendencia?

Todo esto me permitió establecer el nivel inicial y determinar qué aspectos necesitaban más refuerzo.

¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?

En España no se estudia Genética hasta 4º ESO, por lo que como es de suponer, los alumnos no han adquirido conocimientos científicos sobre Genética. Si bien, como ya se ha mencionado, sí que se han formado muchas ideas alternativas, ya sea por películas, series, libros u otros medios. De hecho, mis alumnos poseían la mayor parte de las concepciones alternativas que se han citado en el apartado de revisión bibliográfica.

Además, tras la evaluación inicial vi que a pesar de que conocen los conceptos básicos sobre Genética, en ocasiones no saben cómo definirlos y aunque sepan definirlos se intuye que no los comprenden.

A lo largo de las clases fui comprobando que los alumnos presentaban bastantes dificultades, muchas de las cuales eran causadas por su falta de conocimientos base. Por ejemplo una cuestión que me costó mucho que entendiesen es lo que ocurriría si se produjese la división celular sin una interfase previa. Preguntándoles comprendí que no lo entendían porque no se les había explicado que en esta fase se replica el ADN. Tampoco eran capaces de imaginarse que sin esta replicación del ADN, la información genética que pasaría a las células hijas sería la mitad de la necesaria, lo que es incompatible con la vida.

Algunas de las dificultades, como la citada en el ejemplo, se podrían haber solucionado si se hubiesen explicado más en profundidad la mitosis y la meiosis y se hubiesen relacionado estos procesos con el ADN y los cromosomas.

Otra dificultad que me sorprendió mucho es que no comprendían los conceptos de ácido nucleico, ADN, gen y cromosoma. Mezclaban unos con otros. Algunos de los ejemplos de lo que decían aparecen a continuación:

- “El ADN está hecho por ácidos nucleicos”
- “El ADN está formado por genes”
- “Las células de la piel no tienen cromosomas sexuales”

Para tratar de anular estas concepciones previas les hice el siguiente esquema en la pizarra:

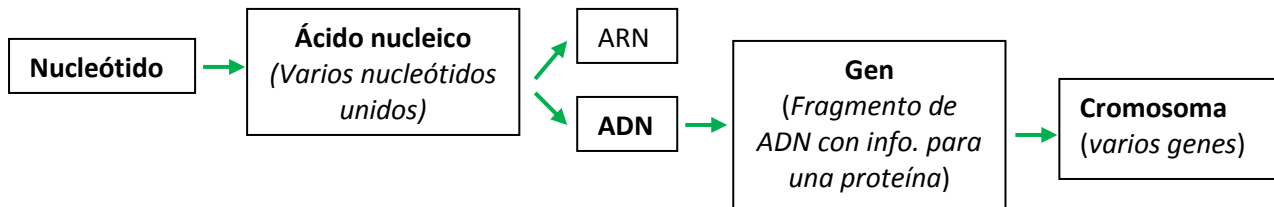


Fig. 1. Esquema que realicé en la pizarra para tratar de aclararles a los alumnos la relación entre los distintos conceptos básicos de Genética.

Utilidad de la Evaluación inicial para la propuesta didáctica

En un primer momento, la búsqueda de las concepciones alternativas del alumnado sobre Genética molecular me sirvió para orientar el diseño del *PowerPoint* que empleé durante las clases teóricas. Me di cuenta de que había muchas carencias en ideas básicas sobre Genética y que había muchos conceptos, como ADN, genes, cromosomas y la expresión génica, que no llegan a comprender, ya que no son visibles (nivel micro).

En consecuencia decidí sentar las bases de este tema apoyándome en una presentación con muchas imágenes, sobre todo descriptivas e ilustradoras de modelos, ya que se ha comprobado que los modelos ayudan a comprender procesos que no son visibles, como los mecanismos moleculares involucrados en la expresión de los genes.

Además, la evaluación inicial me sirvió para descubrir los aspectos en los que debía profundizar más para adaptar, así, mis explicaciones durante las clases teóricas.

c. Objetivos

Los objetivos que se pretende alcanzar con la aplicación de la propuesta didáctica son, por un lado, los objetivos generales planteados en el BOA del 2 de Junio de 2016 para la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO y por otro lado los específicos de la Genética molecular.

Así, los objetivos generales de esta propuesta son:

- Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.
- Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las Tecnologías de la Información y la Comunicación, y emplear dicha información para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos, valorando su contenido y adoptando actitudes críticas sobre cuestiones científicas y técnicas.

- Adoptar actitudes críticas, fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas, contribuyendo así a la asunción para la vida cotidiana de valores y actitudes propias de la ciencia (rigor, precisión, objetividad, reflexión lógica, etc.) y del trabajo en equipo (cooperación, responsabilidad, respeto, tolerancia, etc.).

Los objetivos específicos del tema de Genética molecular son:

- Comparar los tipos y la composición de los ácidos nucleicos, relacionándolos con su función.
- Relacionar la replicación del ADN con la conservación de la información genética y el proceso de transcripción.
- Comprender cómo se expresa la información genética, utilizando el código genético.
- Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución.
- Relacionar el papel de las mutaciones en las enfermedades.

d. Breve introducción de la propuesta:

Mi propuesta didáctica se basa principalmente en la creación colaborativa de una *wiki* con contenido biológico, en este caso concreto sobre el tema de Genética molecular, abordando los siguientes contenidos mínimos: ácidos nucleicos (ADN y ARN), replicación, expresión génica (transcripción y traducción) y las mutaciones. Para ello se divide a la clase en grupos de 2-3 alumnos y cada uno de estos se encarga del desarrollo de un concepto.

Esta actividad se ha empleado como complemento o ampliación de los contenidos impartidos en las clases magistrales – participativas, ya que, como se ha mencionado previamente, se trata de un tema que presenta grandes dificultades y en consecuencia consideré necesario sentar las bases teóricas y aclarar determinados conceptos.

La actividad se realizó, por tanto, fuera del contexto escolar, como una tarea para que los alumnos trabajasen en el hogar, pudiendo siempre consultarme las dudas que les surgiesen durante el horario escolar.

e. Justificación de la propuesta didáctica

La elección de esta metodología y recursos se basa principalmente en que tras haber trabajado con la *wiki* en la asignatura de “Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje” del máster, le vi un gran potencial para emplear con mis alumnos. Además, en la bibliografía vi que suele dar buenos resultados en cuanto al rendimiento académico de los alumnos (Vela Vargas *et al.*, 2017). Así que decidí aplicarlo durante el periodo de prácticas ya que a priori parecía que podía obtener unos buenos resultados.

A pesar del incremento en la disponibilidad de recursos tecnológicos en las escuelas (ordenadores, conexión a Internet...), la práctica pedagógica de los docente en el aula no supone necesariamente una alteración del modelo de enseñanza tradicional, lo que hace que mi propuesta didáctica, basada en la utilización de las TIC suponga una innovación con respecto a la práctica docente habitual (Area, Cepeda, González y Sanabria, 2010).

Otras actividades de aprendizaje en el aula dirigidas a desarrollar prácticas didácticas más innovadoras son aquellas que incentivan y favorecen, entre otras cosas, la participación y colaboración en la construcción de conocimientos, para lo que se puede aprovechar el gran potencial de las TIC.

Por tanto, los principales ejes sobre los que se apoya esta propuesta innovadora son la gran expansión que ha experimentado el uso de las tecnologías digitales en los sistemas educativos y la gran importancia que se concede actualmente a las relaciones sociales y a la interacción *con los otros* para la adquisición de conocimiento (García-Valcárcel Muñoz-Repiso *et al.*, 2012).

Se ha visto que el empleo de las TIC en la educación combinado con el aprendizaje colaborativo es una estrategia que puede aportar grandes beneficios al proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, teniendo en cuenta ambas metodologías, desarrollé la propuesta innovadora que se abordará a lo largo de todo el documento (García-Valcárcel Muñoz-Repiso *et al.*, 2012).

Para justificar la necesidad de esta propuesta, se precisa tratar los beneficios que pueden aportar el uso de las TIC y el aprendizaje colaborativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Así pues, el aprendizaje colaborativo es una estrategia para mejorar la adquisición y retención de conocimientos ya que se produce la unión e intercambio de esfuerzos entre todos los integrantes del grupo para conseguir una serie de objetivos comunes de los que se deben responsabilizar todos los miembros del equipo. De modo que al final del proceso se observa un beneficio individual en todos y cada uno de los participantes (García-Valcárcel Muñoz-Repiso *et al.*, 2012; García-Valcárcel Muñoz-Repiso *et al.*, 2014).

El uso de las TIC se combina perfectamente con el aprendizaje colaborativo, ya que favorece el intercambio de esfuerzos entre los integrantes, sin necesidad de compartir el espacio y estar sincronizados en el tiempo.

Por otro lado, las TIC posibilitan una mejor adaptación a los diferentes tipos de alumnos y a sus diversas situaciones académicas (García-Valcárcel Muñoz-Repiso *et al.*, 2014).

Al mismo tiempo, su utilización en la educación obligatoria tiene una gran trascendencia para los estudiantes, ya que actualmente, vivimos en un contexto social en el que la información y la comunicación a través de las tecnologías digitales es una realidad presente en todos los ámbitos de la sociedad y es imprescindible que los jóvenes, como futuros ciudadanos, sepan desenvolverse en él (Area Moreira, 2008).

Además de favorecer el aprendizaje colaborativo y la adquisición de las competencias informacionales y digitales, las TIC poseen un alto potencial motivador, lo que hace de ellas un recurso muy útil en educación (García-Valcárcel Muñoz-Repiso *et al.*, 2014).

La herramienta digital que se escogió para desarrollar esta propuesta es la *wiki*, gestor de contenido en línea que permite que los contenidos creados por un usuario puedan ser ampliados, corregidos, revisados y/o eliminados por otro. Su utilización en el aula se podría considerar una innovación con respecto a la práctica docente habitual puesto que favorece la construcción colaborativa de conocimientos y el establecimiento de líneas de actuación más abiertas y flexibles, posibilitando así un mayor desarrollo de la creatividad y la práctica investigadora (Bernal Bravo y Trespaderne Arnaiz, 2015).

Además, cabe destacar que con la elaboración de la *wiki* se favorece el desarrollo de la competencia digital ya que promueve (Area *et al.*, 2010):

- la búsqueda, análisis y comprensión de la información.
- la creación y publicación de información.
- el trabajo colaborativo y la comunicación entre los estudiantes.

En resumen, se trata de una propuesta didáctica innovadora y de gran potencial, ya que determinados estudios (García-Valcárcel Muñoz-Repiso *et al.*, 2012) han demostrado que las metodologías de aprendizaje colaborativo a través de las TIC, a pesar de que aún no son muy frecuentes, mejoran el clima de trabajo en el aula, las actitudes de los estudiantes, su grado de motivación e incluso su rendimiento escolar.

Por todo lo que acabamos de comentar, considero que la relevancia de esta propuesta didáctica está plenamente justificada.

Adecuación de la propuesta didáctica al centro educativo

El centro educativo en el que he realizado las prácticas no se caracteriza por utilizar ningún método didáctico innovador, sino que predominan las clases magistrales basadas en los libros de texto, salvo en la sección bilingüe, donde no hay libros de texto y el profesor diseña su propio material y hace uso de la pizarra digital.

Teniendo en cuenta que se me asignó un tema de difícil comprensión para los alumnos, consideré apropiado probar una metodología más innovadora, en la que ellos participasen más activamente.

En una primera parte me apoyé en el uso de un *PowerPoint* con imágenes y en la realización de ejercicios en clase (tanto del libro de texto como otros encontrados por Internet o diseñados por mí) para tratar de sentar los conocimientos básicos sobre Genética.

En una segunda parte, los alumnos tenían que desarrollar la *wiki* sobre Genética molecular en casa, con ella se pretendía que fuesen ellos mismos quienes buscasen y ampliaran la información con respecto a los contenidos de clase. De este modo, al tomar un papel más activo en su propio proceso de aprendizaje, esperaba que asimilasen mejor los conceptos que con la metodología tradicional.

3.1. ACTIVIDADES (WIKI)

a. Contexto

La actividad está propuesta para realizarse con alumnos 4º de ESO del IES Pablo Serrano.

Estos alumnos no estaban acostumbrados a trabajar con TIC ni con estrategias innovadoras, sino con una metodología más tradicional. Las clases de mi tutora se limitaban a explicar el temario haciendo uso del libro de texto y apoyándose en la pizarra, donde hacía esquemas y tablas con la información más importante de forma sintetizada, y luego para asentar lo que les explicaba hacían los ejercicios que aparecen en el libro de texto. Sin embargo, la *wiki* es una herramienta bastante sencilla, por lo que no tenía por qué suponer ningún problema para los alumnos, al revés, podría resultarles motivador, al ser algo diferente y basado en la utilización de las TIC.

b. Participantes

Había dos grupos en 4º de ESO (A y B). El nivel de ambos grupos era similar, aunque se apreciaban algunas diferencias.

En el caso de 4º A era una clase bastante heterogénea, con 14 alumnos, de los cuales 3 eran repetidores. También cabe destacar la presencia minoritaria de chicas (solo había 2) y de varios alumnos inmigrantes, que estaban perfectamente integrados. Las relaciones ente ellos y con la profesora eran bastante buenas, eran unos alumnos muy habladores y participativos, aunque la mayoría de ellos no se esforzaban y trabajaban lo mínimo posible.

En cuanto a 4ºB eran 16 alumnos, era una clase bastante homogénea, no había repetidores ni inmigrantes. Había aproximadamente el mismo número de chicos y chicas. También eran muy habladores y participativos. Sin embargo, estos eran bastante trabajadores, se preocupaban más por las calificaciones, sobre todo un grupo de 4 chicas.

En consecuencia diseñé una *wiki* para 4ºA, a la que llamé “Genética molecular 1” y otra para 4ºB “Genética molecular 2”.

c. Objetivos

Los objetivos que se pretendían alcanzar con el desarrollo colaborativo de la *wiki* eran fundamentalmente los siguientes:

- Desarrollar habilidades sociales y de comunicación entre los alumnos, a través del trabajo colaborativo.
- Favorecer la adquisición de conocimientos científicos (en este caso concreto sobre la Genética molecular).
- Fomentar una implicación activa del alumnado en su propio proceso de aprendizaje (aprendizaje autónomo).
- Promover hábitos de trabajo, como la responsabilidad y la capacidad de organización.
- Desarrollar la competencia digital, y estimular en el alumnado la búsqueda crítica de nueva información.
- Fomentar la creatividad, originalidad e iniciativa en el alumnado.

d. Contenidos

Como ya se ha mencionado con anterioridad los contenidos mínimos que se tratan con esta actividad son los fijados por la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Concretamente se trabajan los siguientes: los ácidos nucleicos, ADN y Genética molecular, el proceso de replicación del ADN, el concepto de gen, la expresión de la información genética, el código genético, y las mutaciones.

Además, se trabajan las siguientes competencias clave con la elaboración de la *wiki*:

- Competencia matemática y en ciencias y tecnología: los conceptos que tienen que desarrollar en la *wiki* tratan sobre Genética molecular, que es una disciplina científica.
- Competencia lingüística: para este trabajo los alumnos tienen que buscar, recopilar y procesar información y después expresar las ideas extraídas de forma escrita.
- Competencia digital: este trabajo implica el uso seguro y crítico de las TIC para buscar, obtener, y procesar información. Además, el resultado de todos los trabajos se recoge en una *wiki* común para toda la clase y abierta al público.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: con este trabajo se fomentan la creatividad, la proactividad, la originalidad y la capacidad de planificar y organizar proyectos, ya que se pretende que el alumno haga uso de estas cualidades para el correcto desarrollo del concepto.
- Aprender a aprender: los alumnos han de planificar cómo quieren resolver la tarea, ya que se les proporcionan unas pautas a seguir, pero se les deja total libertad para desarrollar el concepto como quieran. Además, van a participar en la evaluación tanto de su propio trabajo como del de sus compañeros, lo que les ayuda a comprender lo que han aprendido y lo que no. En resumen, dirigen su propio aprendizaje.
- Competencias sociales y cívicas: al trabajar en grupo, los alumnos tienen que aprender a relacionarse con el resto de integrantes de su grupo y saber comunicarse de una manera constructiva con ellos.

e. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

En función de los contenidos mínimos trabajados durante las prácticas se definen los criterios de evaluación junto con los estándares de aprendizaje correspondientes. Estos se extrajeron de la legislación (BOA del 2 de Junio de 2016) y se emplearon para determinar la consecución del aprendizaje expresado en los objetivos que aparecen, en este trabajo, en el apartado “Propuesta didáctica”, siendo los siguientes:

Crit.BG.1.5. Comparar los tipos y la composición de los ácidos nucleicos, relacionándolos con su función.

Est.BG.1.5.1. Distingue los distintos ácidos nucleicos y enumera sus componentes.

Crit.BG.1.6. Relacionar la replicación del ADN con la conservación de la información genética y el proceso de transcripción.

Est.BG.1.6.1. Reconoce la función del ADN como portador de la información genética, relacionándolo con el concepto de gen y el proceso de la transcripción.

Crit.BG.1.7. Comprender cómo se expresa la información genética, utilizando el código genético.

Est.BG.1.7.1. Describe los mecanismos de la expresión genética por medio del código genético.

Crit.BG.1.8. Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución.

Est.BG.1.8.1. Reconoce y explica en qué consisten las mutaciones y sus tipos. Así como su aplicación en enfermedades genéticas conocidas.

f. Metodología utilizada

La metodología utilizada en esta propuesta puede dividirse en dos bloques:

El primero se basa fundamentalmente en la impartición de los contenidos mínimos mediante clases teóricas-participativas apoyadas en presentaciones *PowerPoint* con imágenes descriptivas e ilustradoras de modelos para facilitar la asimilación de estos contenidos por parte de los alumnos. Así, se emplearon imágenes de este estilo:

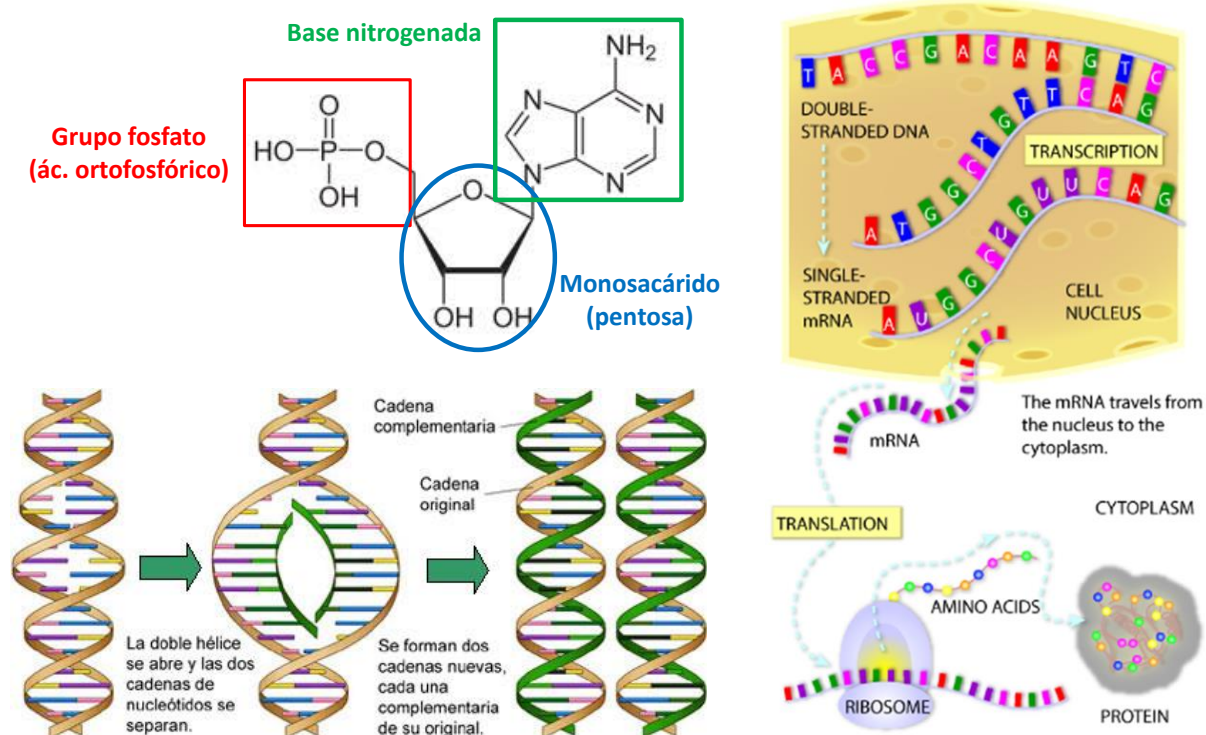


Fig.2. Algunos ejemplos de imágenes que se emplearon en la presentación PowerPoint para facilitar la comprensión del tema. Arriba a la izquierda se puede ver una imagen descriptiva de la composición de un nucleótido. Abajo a la izquierda otra de la replicación de un fragmento de ADN. A la derecha se encuentra un esquema del proceso de expresión génica.

También en el caso de la expresión génica, por ejemplo, se empleó una actividad interactiva, disponible en el enlace “<http://learn.genetics.utah.edu/content/basics/transcribe/>” para que los alumnos viesen como ocurre todo el proceso, desde que se separan las dos hebras del ADN hasta que se obtiene la secuencia de aminoácidos.

El segundo consiste en la elaboración de una enciclopedia sobre Genética molecular en equipos de trabajo, haciendo uso de la herramienta digital “*wikia*” (<http://www.wikia.com/Special:CreateNewWiki>). Con esta actividad se pretendía que fuesen los propios alumnos quienes profundizasen en los contenidos, buscando la información en internet, para propiciar así, un mayor aprendizaje.

¿Cómo se llevó a cabo el desarrollo de la *wiki*?

Trabajo previo:

En primer lugar, antes del periodo de prácticas, creé las dos *wikis* (una para 4ºA y otra para 4ºB). Edité la página principal de ambas, añadiendo una presentación del trabajo, la lista de conceptos a desarrollar y unas instrucciones para realizar el trabajo (basadas en los ítems de la rúbrica empleada en la evaluación de los conceptos). Además creé una pestaña para cada concepto, con el fin de facilitar que cada grupo tuviese su propio espacio para desarrollar el concepto.

Para diferenciar las *wikis* de los dos grupos, seleccioné el color azul para la de 4ºA, Genética molecular 1, disponible en la siguiente dirección “es.genetica-molecular-1.wikia.com”.



Fig. 3. Captura de pantalla de la página inicial de la wiki creada para 4ºA.

Y el color verde para la de 4ºB, Genética molecular 2, disponible en “es.genetica-molecular-2.wikia.com”.



Fig.4. Captura de pantalla de la página inicial de la wiki creada para 4ºB.

En función de los contenidos mínimos del currículo oficial se propuso el desarrollo de 6 conceptos: ADN, ARN, replicación, transcripción, traducción y mutación.

A continuación se dividió a la clase en 6 grupos de trabajo, uno por concepto a desarrollar. Teniendo en cuenta que en una clase había 14 alumnos y en la otra 16, se hicieron agrupaciones de 2 ó 3 alumnos. El criterio seguido para la formación de los grupos fue tratar de hacer grupos heterogéneos, pero homogéneos entre sí según el criterio del docente (Johnson *et al.*, 2008), por lo que fue mi tutora en el centro quien los agrupó, ya que yo no los conocía suficientemente.

Luego, se repartieron los conceptos. El proceso se realizó de forma aleatoria, ya parecía lo más rápido y justo. Además, les consulté a los alumnos y ellos estaban de acuerdo en hacerlo al azar.

Desarrollo:

Mi papel en el desarrollo de esta actividad simplemente fue organizar los grupos y repartir conceptos, guiar cómo tenía que ser la estructura del trabajo y proporcionarles determinadas instrucciones que tenían que seguir para que su trabajo fuese lo más completo posible. Además les expliqué brevemente cómo funciona la *wiki*, aunque no fueron necesarias grandes explicaciones ya que es bastante intuitiva. En resumen, actué como organizadora y supervisora de la actividad.

El alumnado participó activamente a lo largo de todo el proceso de aprendizaje, ya que ellos mismos construían el conocimiento siguiendo su propio criterio y con total libertad, los únicos límites eran su imaginación y creatividad.

Como ya se ha mencionado, sí que se les proporcionaron unas pautas de mínimos que tenían que cumplir, para orientarles en el desarrollo del concepto. Pero por lo demás, los alumnos gozaban de total autonomía y libertad para administrarse cómo quisiesen y emplear la información, imágenes o vídeos que decidiesen o que ellos mismos diseñasen. Así, las pautas que los alumnos tenían que seguir para desarrollar el concepto eran las siguientes:

- 1) Usar al menos 5 fuentes bibliográficas y citarlas al final del desarrollo del concepto, ya que considero imprescindible hacerles ver la importancia de contrastar la información de varias fuentes.
- 2) Desarrollar el concepto empleando palabras propias, para evitar el "copia y pega", obligándoles a hacer una lectura comprensiva de la información que buscan y a procesarla posteriormente.
- 3) Expresarse de forma adecuada, empleando un vocabulario correcto, ya que es importante que aprendan a expresarse correctamente y a transmitir lo que pretenden.
- 4) Proporcionar suficiente información y explicar el concepto de una forma clara y precisa. Con esta pauta se pretendía que se esforzasen en la búsqueda de información, aportando cosas curiosas y diferentes de las explicadas durante las clases magistrales.
- 5) Emplear imágenes que faciliten la comprensión del concepto y proporcionar enlaces a vídeos u otros recursos que ayuden a entender el concepto. Estas dos pautas tenían el objetivo de hacerles ver la importancia de apoyar la información con otros recursos más visuales e interactivos, que faciliten el aprendizaje y de fomentar su creatividad.
- 6) Presentar el trabajo de una forma atractiva, original y sin faltas ortográficas, ya que es imprescindible una buena presentación que atraiga a los demás a leer el concepto.

Secuenciación – temporalización:

Desde el día que se les presentó el trabajo se les dio un plazo de 3 semanas para completar su parte de la *wiki*. Durante este periodo se pretendía que fuesen haciendo el trabajo poco a poco y me fuesen preguntando las dudas que les surgiesen, ya fuese en cuanto a contenido o estructura, para proporcionarles cierto *feedback*.

Tras la fecha establecida, me leí todos los conceptos y luego en una sesión de clase les comenté los errores que habían cometido, cosas que modificaría y otras que ampliaría o que eliminaría y les di una semana para hacer las modificaciones que considerasen oportunas, antes de calificar de forma definitiva los trabajos.

Creo que este *feedback* es fundamental para que los alumnos asienten mejor el conocimiento, ya que permite que se den cuenta de sus errores y que sean ellos mismos quienes los rectifiquen. Al responsabilizarlos de la corrección se fomenta y motiva el aprendizaje mucho más que si se les devuelven los conceptos ya corregidos, porque en este segundo caso los alumnos solo se fijan en la nota que les has puesto y no en lo que han hecho mal.

3.2. EVALUACIÓN FINAL

En este apartado se describen los procedimientos e instrumentos utilizados en la evaluación de la propuesta didáctica.

De forma general se plantea una evaluación formativa, principalmente por dos motivos:

- Se les dio a los alumnos unos consejos de cambios a introducir en la *wiki* antes de la corrección definitiva de la misma y antes de la prueba escrita final. Además, se les

mandaban ejercicios tipo examen para realizar en casa y, posteriormente, se corregían en clase entre todos. Esto permitía conocer los avances de los alumnos y reforzar aquellos conocimientos en los que se veían mayores dificultades.

- Aparte de la heteroevaluación de la *wiki* también se fomentaron la autoevaluación y la coevaluación, ya que contribuyen a mejorar el proceso de aprendizaje.

Wiki

Por un lado, en el caso de la *wiki* se empleó como instrumento de evaluación una rúbrica (Anexo I). Esta, además de usarse como guía para la heteroevaluación, sirvió como base para orientar a los alumnos en el desarrollo de los conceptos, ya que describen las características específicas de un producto, proyecto o tarea en varios niveles de rendimiento, con el fin de clarificar lo que se espera del trabajo del alumno, de valorar su ejecución y de facilitar la proporción de *feedback* (Andrade & Du, 2005).

Así, la decisión de emplear rúbricas se fundamenta principalmente en el hecho de que es una herramienta que permite otorgar un valor numérico de forma rápida y objetiva a los trabajos, al mismo tiempo que sirve como guía para orientar la elaboración de los mismos. De hecho, algunas investigaciones que recogen la opinión de determinados estudiantes sobre el uso de rúbricas sostienen que su empleo les ayuda a focalizar sus esfuerzos, producir un trabajo de alta calidad, obtener una mejor calificación y sentir menos ansiedad ante la evaluación (Gallego Arrufat y Raposo-Rivas, 2014).

Lo que tuve en cuenta principalmente para la elaboración de la rúbrica, y por tanto en la evaluación de los conceptos, es que contrastasen varias fuentes de información, que analizasen y procesasen esta información en lugar de copiarla tal cual la encontraron, que la presentasen siguiendo una estructura clara y que añadiesen imágenes, vídeos u otros recursos *web* que facilitasen la comprensión del concepto para otras personas externas que quisiesen buscar información sobre el mismo.

Para propiciar una evaluación formativa, me pareció conveniente implicar al alumnado en el proceso evaluador por medio de la coevaluación y la autoevaluación, ya que de este modo los alumnos participan de forma más activa en el proceso de aprendizaje. Además, se ha visto que este tipo de procedimientos evaluativos fomentan la autonomía del aprendizaje, promueven un conocimiento más profundo de la materia que se aprende, propician el cambio de rol del alumnado (de aprendiz pasivo a activo) y acostumbran al alumnado a reflexionar críticamente (Carrizosa Prieto y Gallardo Ballester, 2012).

Como se trataba de la primera vez que este alumnado se enfrentaba a evaluar los trabajos de sus compañeros y los suyos propios, decidí proporcionarles la misma rúbrica que empleé yo para calificar los trabajos. Así, con esta estrategia se pretendía que los alumnos aprendiesen a observar de forma crítica y apreciativa las ideas propias y las de los demás y a emitir juicios ajustados a unos criterios establecidos (los dispuestos en la rúbrica) más que a preferencias personales (Carrizosa Prieto y Gallardo Ballester, 2012).

El proceso a seguir consistía en que cada alumno de la clase, de forma individual, evaluase los conceptos desarrollados tanto por su grupo como por el resto de grupos, apoyándose para ello

en la rúbrica anteriormente mencionada. De este modo, asignaban un valor numérico comprendido entre el 0 y el 10, en función del grado de consecución de los objetivos.

Además, se les aconsejó que añadiesen su opinión sobre el trabajo: qué les había parecido, dificultades encontradas, cómo se había desarrollado la interacción y la organización entre los integrantes del grupo... (Esto solo se molestó en hacerlo un estudiante, por lo que he aprendido que para la próxima vez es mejor pasarles un cuestionario con preguntas más definidas sobre su opinión y pedirles que lo rellenen en clase).

Prueba escrita

Por otro lado, para seguir con la línea de evaluación estipulada por el centro, se realizó una prueba escrita (adjunta en el Anexo II), basada fundamentalmente en los contenidos impartidos durante las clases teóricas, los desarrollados en la *wiki* por ellos mismos y los ejercicios realizados en clase.

El examen estaba compuesto de 7 ejercicios bastante variados, de distintos formatos: había ejercicios que consistían en completar tablas, otro de verdadero-falso, otro de completar un esquema, otro en el que había que realizar la transcripción y traducción de un fragmento de ADN (aplicar la teoría de la expresión génica) y otros de definir y explicar algún concepto. Por tanto, con esta prueba se pretendía desarrollar varios procesos que implicasen el conocimiento, la comprensión y la aplicación de lo explicado en clase. Es decir, desde mi punto de vista era un examen bastante sencillo, pero solo si se entendía lo que se estudiaba.

En la prueba escrita se abordan los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo oficial, previamente citados.

3.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Prueba escrita de los contenidos sobre Genética molecular:

Los resultados obtenidos por ambos cursos en la prueba escrita aparecen recogidos en la siguiente gráfica:

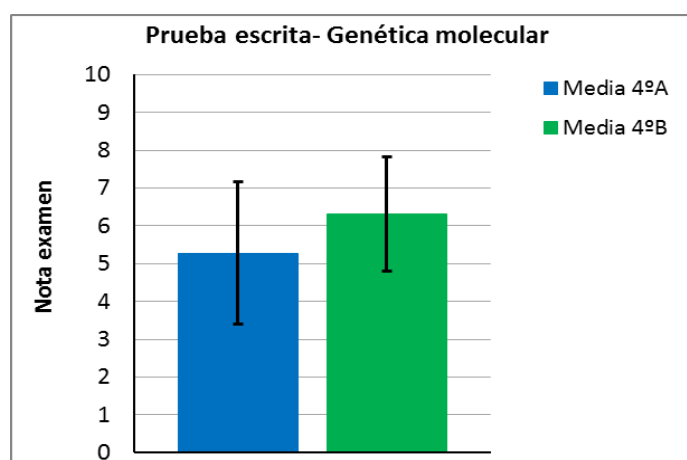


Gráfico 1. Media y desviación típica de las notas obtenidas en la prueba escrita por los alumnos de 4ºA (en azul) y 4ºB (en verde)

Estos resultados fueron inferiores a lo que esperaba (sobre todo en 4ºA), ya que aunque no se ve en la gráfica, en 4ºA suspendió la mitad de la clase (7 de 14), sin embargo en 4ºB solo suspendieron 3 de 17 y hubo un sobresaliente.

Como se puede ver en el gráfico, la desviación típica es mayor en 4ºA que en 4º B, esto se debe a que 4ºA era una clase mucho más heterogénea, había alumnos que sacaron notable (2 alumnos), otros aprobaron con una nota entre el 5 y el 6'5, otros suspendieron con una calificación de 4 o superior y, por último, había otros que sacaron notas inferiores al 2 (estos son alumnos de casi 18 años que tienen muchas dificultades y que además no estudian mucho). Sin embargo, en 4ºB son una clase bastante homogénea, alguno suspendió (pero con notas de 4 o superiores), otros sacaron buenas notas (superior a 8 sobre 10), pero la mayoría estaban entre el 6 y el 7'5.

Centrándonos más en la resolución de algunas preguntas del examen, cabe destacar dos aspectos:

- Uno es que las preguntas más complejas (de relacionar conceptos, analizar y reflexionar) en las que tenían que haber entendido el temario, y no solo memorizarlo, como en la de “Verdadero/ Falso justificando la respuesta” muy pocos de los alumnos la hicieron bien, de hecho, ninguno contestó a todas bien. Esto se debe a que están acostumbrados a estudiar memorizando y luego “soltando” todo en el examen, no saben contestar a preguntas en las que se les demanda que razonen y lleguen a conclusiones a partir de los conocimientos adquiridos.
- Otra es que la pregunta en la que se les pedía hacer la transcripción y traducción de un fragmento de ADN la hicieron bien casi todos los alumnos, incluso los que no aprobaron el examen. Posiblemente esto se deba a que se trabajó bastante en clase, incluso se trabajó con la actividad interactiva que se ha mencionado con anterioridad. Así que con esto quedé bastante satisfecha, ya que desde mi punto de vista, saber cómo se produce la expresión génica es una parte importante del temario.

Heteroevaluación wikis:

Tras la corrección de la *wiki*, la calificación final que asigné a los distintos grupos queda recogida en la siguiente tabla:

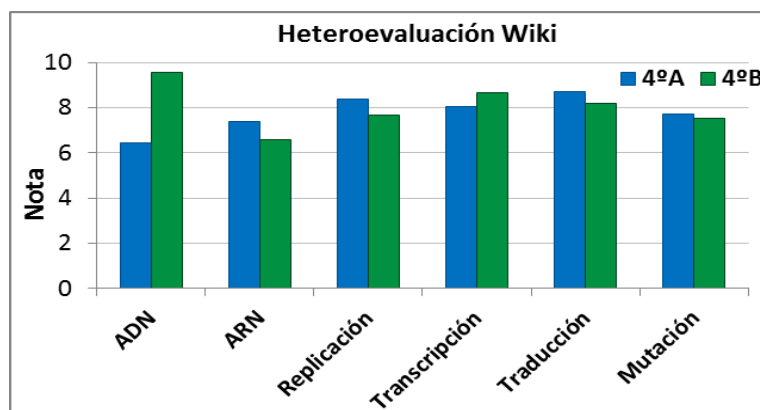


Gráfico 1. Calificación final (sobre 10) asignada a los conceptos desarrollados en ambos grupos (4ºA y 4ºB) por heteroevaluación. En azul aparecen los conceptos desarrollados por 4ºA y en verde los de 4ºB.

Como se puede ver, ninguna calificación fue inferior a 6, lo que demuestra que es una actividad en la que se esforzaron bastante y que se adapta bastante a la diversidad del alumnado, ya que independientemente del rendimiento académico que suelen obtener o de las dificultades de algunos alumnos, todos cumplieron con lo mínimo demandado.

Por ejemplo, en 4ºA hay un alumno inmigrante que va a cumplir los 18 años y que está en 4º de ESO pero arrastrando muchas materias de 3º de ESO, y mi tutora me dijo que no aprueba ninguna asignatura. Sin embargo, en esta actividad, él y su compañera (también extranjera y con algunas dificultades de comprensión) realizaron el trabajo de “Replicación” y, como se puede ver en la gráfica, obtuvieron una valoración bastante alta. Posiblemente se deba a que la actividad suscitó su interés, ya que estos alumnos me iban preguntando qué tal lo estaban haciendo y qué me parecía, y luego introdujeron los cambios que les sugerí.

En general, la mayor parte de los grupos introdujeron al menos alguna de las modificaciones que les recomendé. Algunos incluso querían saber en qué me había basado para ponerles esa nota. Sin embargo, la prueba escrita no suscitó tal interés y no hubo tan buenos resultados. En mi opinión, esto se debe a que la *wiki* suponía una novedad para ellos, y este elemento hacía que estuviesen más emocionados, sin embargo, el examen es a lo que están habituados, ya que llevan toda su vida como alumnos siendo evaluados de esta forma.

La conclusión que extraigo de esto es que la *wiki* es una herramienta bastante motivadora y atractiva para los alumnos, que hace que se esfuercen más y traten de obtener mejores resultados.

A pesar de que los resultados fueron bastante buenos, también vi aspectos que se podrían mejorar. Por ejemplo, la parte en la que se les pedía procesar la información y no hacer un “copia y pega”, pocos grupos la cumplieron. En muchos casos empleaban información bastante compleja, que no se habían explicado en clase (debido a su nivel de dificultad), que era imposible que ellos comprendiesen.

Por ejemplo, en el caso del concepto de la “Replicación” de 4ºA, grupo anteriormente mencionado, hablaban de las células madre y también explicaban el experimento de Meselson y Stahl, por el que se demostró que el ADN se replicaba de forma semiconservativa. En estos casos, les hice volver a leer estas partes y decirles que lo sintetizaran o en caso de que no lo entendiesen, que lo eliminasen directamente. Este grupo optó por eliminar lo del experimento.

Otros grupos, como el de “Transcripción” de 4ºB, mencionaban el término “promotor de un gen”, concepto que era imposible que comprendiesen, ya que se aborda en estudios superiores. Así que les pedí que buscasen lo que es y qué hace y que añadiesen una breve explicación en la *wiki*. Estos alumnos hicieron lo que se les aconsejó y añadieron la siguiente definición: “El promotor es una parte de ADN que controla la iniciación de la transcripción de una determinada porción del ADN a ARN”. Me pareció una definición bastante apropiada para su nivel, y que podría ayudar al resto de sus compañeros a formarse una idea de lo que significa y de su importancia. Además, me sentí satisfecha, ya que este grupo aprovechó la retroalimentación que les proporcioné y trató de mejorar.

Además, me gustaría destacar el trabajo que hicieron dos grupos: el “ADN” de 4ºB y la “Traducción” de 4ºA.

Por un lado, en el primer caso, se trataba de un grupo integrado por 3 chicas muy trabajadoras que suelen obtener muy buenos resultados. Estas hicieron un trabajo muy completo, incorporaron mucha información (no solo la explicada en clase) y muy bien ordenada, también lo estructuraron de una forma muy clara y atractiva y se comprendía muy bien lo que querían transmitir. Se nota que se molestaron en entender y procesar la información. De hecho, aconsejo ver este trabajo, y compararlo con el que realizaron el grupo de chicos de 4ºA para el mismo concepto (ADN), haciendo uso, para ello, de los enlaces de ambas *wikis* proporcionados al principio del apartado de “Metodología”.

Por otro lado, en el segundo caso, era un grupo de 3 chicos, en el que también se molestaron en buscar mucha información y en procesarla, aunque estructuraron el trabajo peor y su presentación no era atractiva. Sin embargo, el hecho de que quiera destacar el trabajo de este grupo recae en que se trata de unos alumnos que, por lo que me dijo mi tutora, no suelen esforzarse y tienen un rendimiento académico bastante bajo, al menos en su asignatura. Y sin embargo, parecían estar muy entusiasmados con el trabajo, me preguntaban qué tal lo estaban haciendo y uno de ellos, alumno con un gran interés por la tecnología y la informática, programó un juego interactivo en el que había que emplear el código genético para transformar un triplete de nucleótidos en el aminoácido equivalente a dicho triplete. Este juego se puede encontrar en el apartado destinado a la “Traducción” en la *wiki* de 4º A o en este enlace: <https://scratch.mit.edu/projects/219887699/>.

En resumen, a pesar de las dificultades que surgieron, en general quedé bastante satisfecha con los resultados.

Coevaluación y autoevaluación wikis:

En cuanto a los resultados obtenidos por coevaluación y autoevaluación, estos aparecen recogidos en las siguientes gráficas, en las que se comparan también con la valoración numérica asignada por heteroevaluación:

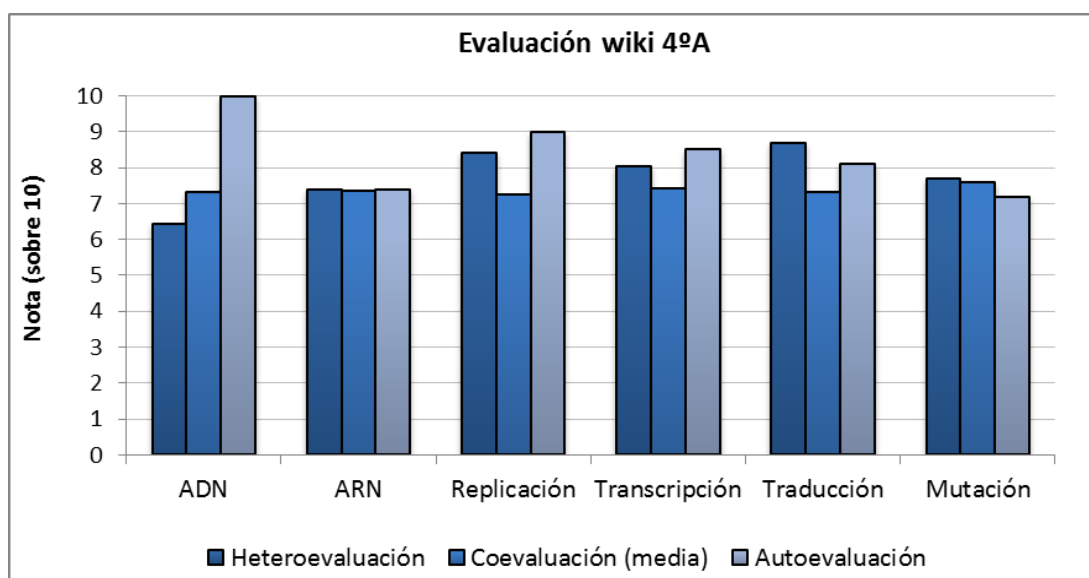


Gráfico 2. Calificación final asignada a los conceptos desarrollados en 4ºA por heteroevaluación, coevaluación (nota media de las asignadas por todos los alumnos de la clase) y autoevaluación (nota media de las asignadas por los miembros del grupo).

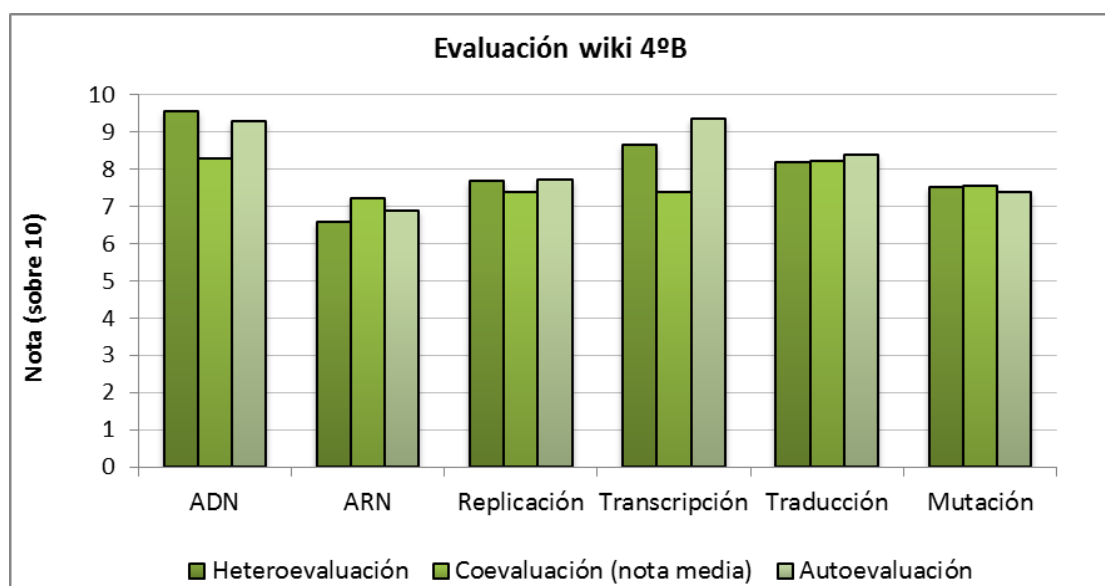


Gráfico 3. Calificación final asignada a los conceptos desarrollados en 4ºB por heteroevaluación, coevaluación (nota media de las asignadas por todos los alumnos de la clase) y autoevaluación (nota media de las asignadas por los miembros del grupo).

En estos gráficos se observa lo siguiente:

- En el caso de la evaluación por pares, en ambas clases, los alumnos han asignado calificaciones comprendidas entre 7 y 9 para todos los conceptos, incluso para los que yo había puesto una calificación inferior. No han destacado el trabajo de ningún grupo sobre el del resto, siendo que en mi opinión había algunos (como el grupo que hizo el “ADN” en 4ºA) que apenas se esforzaron y no merecían una nota tan alta.
- La valoración de los alumnos hacia otros grupos ha sido, en casi todos los casos, inferior a la asignada por mí. Salvo en los conceptos “ADN de 4ºA” y “ARN de 4ºB”, en los que la calificación asignada por sus compañeros fue superior a la asignada por mí.
- En general, casi todos los grupos han valorado mejor a su grupo que a los demás grupos.
- La evaluación del grupo sobre sí mismo es, en casi todos los casos, mayor que la valoración del resto de la clase sobre este grupo.

A pesar de que en algunos grupos había una gran diferencia entre la valoración asignada por heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación (como en el caso del grupo que hizo el “ADN” en 4ºA), en general, en casi todos los grupos se aproximan bastante las tres calificaciones, por lo que para ser la primera vez que estos alumnos se enfrentaban a la evaluación de sus compañeros y la suya propia, creo que han afrontado el desafío bastante bien.

3.4. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Los criterios de calificación hacen referencia al valor porcentual de cada uno de los instrumentos de evaluación utilizados sobre la calificación final.

Así, en esta propuesta didáctica, se decidió dar un valor del 80% a la prueba escrita que se realizó al final del periodo de prácticas. El 20% restante corresponde a la nota que se asignó al concepto desarrollado por cada grupo en la *wiki*. Dentro de esta nota, un 90% correspondía a la que les asigné yo misma haciendo uso, para ello, de la rúbrica (heteroevaluación) y un 10% se correspondía al valor asignado por coevaluación, es decir, a la media de la nota que los alumnos asignaron a los trabajos de sus compañeros.

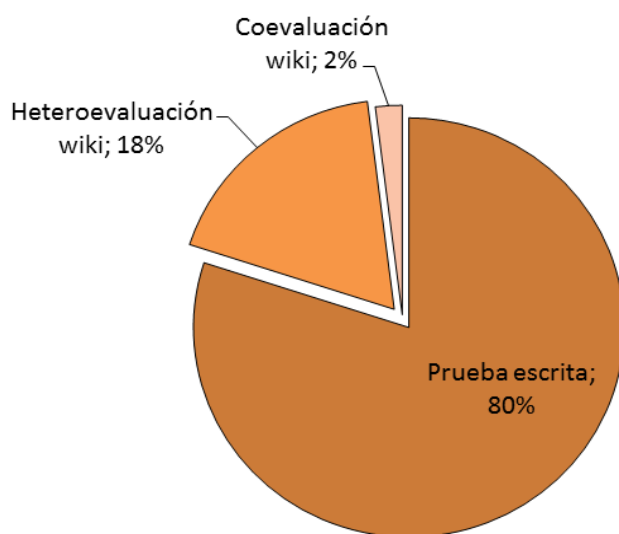


Gráfico 4. Diagrama de sectores que muestra el porcentaje que se le dio a cada instrumento de evaluación sobre la calificación final de la unidad didáctica.

La calificación de la prueba escrita se estableció del siguiente modo:

Puntuación máxima	Criterio de calificación aplicado
Pregunta 1	
0,8 puntos	0,3 puntos si cita correctamente los 3 componentes de un nucleótido 0,25 puntos si sabe cuántos nucleótidos diferentes podemos encontrar y justifica la respuesta correctamente 0,25 puntos si es capaz de relacionar de una manera adecuada el concepto de nucleótido con el de gen
Pregunta 2	
2 puntos	0,25 puntos por cada espacio de la tabla que sea correcto (estructura, composición...)
Pregunta 3	
1,5 puntos	0,2 puntos si sabían el esquema del dogma central de la biología molecular 1 punto si sabían el dogma central de la biología molecular y las

	modificaciones que se introdujeron 1,5 puntos si además de lo anterior sabían explicar qué descubrimientos motivaron dichas modificaciones
Pregunta 4	
1 punto	0,5 puntos por definir correctamente replicación semiconservativa 0,5 puntos por explicar el motivo de que la replicación tenga que ser precisa.
Pregunta 5	
2 puntos	0,1 puntos por escribir bien el nombre del proceso que marca el número (0,3 en total, porque son 3 procesos) 0,1 puntos por decir en qué lugar de la célula se produce el proceso (0,3 en total) 0,2 por explicar el proceso (0,6 en total) 0,25 por señalar la hebra codificante y la molde, y decir cuál de las dos lleva la información para sintetizar la proteína 0,25 puntos por transcribir correctamente el ADN 0,3 puntos por traducir correctamente el ARNm correspondiente. (se les dio 0,2 por ser capaces de identificar el codón de inicio y el de stop)
Pregunta 6	
1,5 puntos	0,25 por definir correctamente mutación 0,25 por explicar por qué no todas las mutaciones son heredadas por la descendencia 0,2 puntos por cada espacio de la tabla que esté bien completado
Pregunta 7	
1,2 puntos	- En cada afirmación verdadera: 0,2 puntos por acertar que es verdadera - En cada afirmación falsa: 0,1 puntos por acertar que es falsa 0,1 puntos por corregirla correctamente

Tabla 1. Puntuación máxima asignada a cada ejercicio de la prueba escrita y los criterios en que me basé para calificarlos.

En el caso de la calificación de la *wiki*, el peso que se le dio a cada criterio aparece en el Anexo I, en la rúbrica de evaluación, junto al ítem correspondiente.

4. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

Teniendo en cuenta la mejora de los resultados obtenidos en la *wiki* con respecto a los obtenidos en la prueba escrita, creo que, en el caso concreto de estos alumnos, la inclusión de la *wiki* en su proceso de aprendizaje ha sido un acierto. Esta mejora posiblemente se deba a que al tratarse de una novedad con respecto a las estrategias tradicionales a las que están acostumbrados, ha aumentado la motivación intrínseca del alumnado.

Este aumento en la motivación puede deberse a que el alumno, gracias a esta actividad, pasa de ser un mero receptor de información, a participar de forma activa y creativa en todo el proceso, ya que elabora él mismo su propio conocimiento y con total libertad para hacerlo de la forma que él desee. Además, la posibilidad de crear y de contribuir a una publicación común, en este caso a través de una *wiki*, también es un aspecto que hace que sea una propuesta didáctica muy atractiva para los alumnos.

En general, el alumnado respondió con interés y agrado hacia la propuesta. Tras contrastar lo observado en el aula con la literatura (Villarroel, 2007), creo que existen varias razones para ello:

- El reto que supone enfrentarse a una herramienta nueva, con la que nunca habían trabajado, pero que es sencilla de utilizar.
- La satisfacción que les producía elaborar un trabajo cuyo resultado final es bastante atractivo y llamativo.
- El hecho de que el producto final (la enciclopedia de Genética molecular) quede “colgada” en Internet y que, por tanto, sea accesible desde cualquier ordenador y para cualquier persona, ya que esto favorece que sus familias y amigos puedan ver su trabajo final.
- Por último, el hecho de tenerlo en cuenta en la calificación final del trimestre también supuso un elemento motivador para los alumnos, ya que de este modo representaba para ellos la posibilidad de mejorar la nota de la asignatura.

Un posible problema al que, por suerte, no me tuve que enfrentar, podría haber sido el “vandalismo”, es decir, que algunos de los alumnos hubiesen entrado a editar el trabajo de sus compañeros o incluso a cancelar la publicación (Villarroel, 2007). Para prevenir esto les aconsejé que fuesen copiando lo que escribían de su concepto en un documento de Word, para tener así una “copia de seguridad” por si acaso se perdía la información. Además, esta herramienta digital proporciona un recurso, conocido como *wiki actividad*, en el que se puede ver quién edita cada apartado y los cambios que ha introducido, por lo que si alguien editase un concepto que no le corresponde, yo lo vería y podría meterme a la versión anterior, ya que queda registrada.

En mi opinión, los **puntos fuertes** que más destacan de esta propuesta didáctica son los siguientes:

- Esta herramienta digital permite que distintos estudiantes puedan comunicarse de manera óptima entre sí, sin importar las distancias geográficas o la sincronía en el tiempo. Por lo que se complementa perfectamente con el aprendizaje colaborativo.

- La *wiki* es una herramienta muy dinámica y de manejo muy sencillo.
- Como ya se ha mencionado, este recurso registra la “historia” de construcción de un documento, lo que permite que el docente realice un seguimiento del proceso de aprendizaje tanto individual como grupal de los estudiantes.
- El alumno adquiere un rol activo en su propio proceso de aprendizaje, lo que ha contribuido a un aumento del rendimiento académico de los alumnos.
- Ha aumentado la motivación intrínseca del alumnado, algunos incluso han buscado información extra o han diseñado un videojuego (como en el caso del grupo que hizo la traducción en 4ºA).
- Es una propuesta aplicable en cualquier materia y para cualquier bloque de contenidos.

Sin embargo, también le encuentro algunos **aspectos negativos**:

- Algunos grupos, a pesar de no haber comprendido parte de la información que emplearon en el desarrollo del concepto, no me pidieron ayuda para entenderla y la añadieron a la *wiki* sin procesarla previamente.
- Me habría gustado que fuesen elaborando los conceptos poco a poco, para poder proporcionarles mayor *feedback* y hacer un seguimiento más continuado. Sin embargo, todos los grupos se lo dejaron para el último momento.
- La posibilidad de que haya habido una participación desigual de los componentes de los diferentes grupos y que los menos estudiosos se hayan aprovechado del trabajo de sus compañeros.
- La *wiki* ha sido como una práctica anexa a la enseñanza habitual de las asignaturas, no sustitutiva de la enseñanza tradicional.
- El tipo de instrumento de evaluación que se ha empleado ha sido muy convencional, un examen escrito, lo que no parece encajar demasiado bien con la metodología empleada, que era bastante innovadora.

Propuesta de mejora:

Para hacer de esta propuesta una renovación pedagógica más relevante, habría sido mejor ir elaborando los conceptos en clase entre todos y ayudados por mí cuando lo requiriesen.

Es decir, lo ideal habría sido en vez de explicarles el tema y que, de forma complementaria, hiciesen la *wiki*, ir elaborándola en las horas de clase, en el aula de informática. De este modo, serían ellos quienes construirían el temario desde cero, siendo así responsables de regular su proceso de aprendizaje.

En este caso, también los repartiría en grupos de 2-3 estudiantes y a cada grupo le asignaría un concepto. Entonces, cada grupo dispondría de un ordenador para ir desarrollando su parte. Dispondrían de 3 sesiones para finalizarlo. Tras esta fase, comenzaría la segunda parte de la propuesta, en la que todos los grupos podrían modificar los conceptos del resto con la finalidad de mejorarlos. En esta segunda fase se emplearían otras 3 sesiones y el profesor coordinaría a los distintos grupos, para que cada uno modifique un concepto distinto.

Por último, estaría bien comentar el resultado final entre todos en una última sesión y finalmente se les evaluaría por observación de lo que han ido haciendo en el aula de informática, revisando la “*wiki actividad*” y como por una prueba escrita en la que tuviesen que demostrar si han interiorizado el conocimiento.

Esta propuesta habría sido más innovadora que la que he llevado a cabo en el aula, ya que realmente con ella sí que construyen su propio conocimiento y colaboran entre todos, no solo dentro del equipo de trabajo. Sin embargo, había una serie de obstáculos que dificultaban desarrollarla de este modo:

- En el centro no hay suficientes aulas de informática como para tenerla a nuestra disposición durante 3 horas a la semana, ya que tienen preferencia los alumnos de Formación Profesional de Grado Medio y Superior.
- Sería un cambio demasiado brusco, ya que este alumnado no estaba acostumbrado a trabajar con TIC, sino que trabajan siguiendo un modelo tradicional, en que son meros receptores de la información que les transmite el profesor.

Por todo esto consideré más adecuado optar por una estrategia intermedia. Aunque quizá en otro centro y con otro alumnado, me decantaría más por la propuesta mejorada.

5. CONCLUSIONES DEL MÁSTER

En mi caso, este Máster ha sido una experiencia totalmente diferente a lo que estaba acostumbrada, ya que cursé un Grado universitario de Ciencias. En el Máster, se nos dejaba más libertad de elección, de hecho, en ocasiones no sabíamos cómo enfocar las actividades, o qué debíamos hacer para resolverlas “correctamente”. La mayoría de los trabajos se han enfocado desde un punto de vista personal, lo que en ciencias era impensable, y por tanto ha supuesto un reto para mí.

Principalmente, lo que esperaba de este Máster era una formación en todos los aspectos relacionados con la educación, que complementase así la adquirida previamente en el campo de las ciencias. En este aspecto ha cumplido mis expectativas, ya que se nos ha dado formación muy completa: en legislación educativa, sociología, pedagogía, didáctica...

Por un lado, quiero resaltar que lo que más he disfrutado y más útil me ha resultado ha sido el periodo de prácticas, ya que este me ha permitido obtener una visión real de la educación, cambiando el rol de estudiante por el de profesora, obtener una visión de cómo es el día a día de un profesor de secundaria.

En este periodo he aprendido que la labor del docente no es sencilla, ya que se tiene que enfrentar ante unos 30 alumnos que, aunque tengan la misma edad, son todos muy diferentes entre sí. Cada uno tiene unas habilidades diferentes, distintas dificultades en el aprendizaje, y por tanto, necesitarían una atención más personalizada, incidiendo en lo que a cada uno le resulta más complicado y necesita reforzar, lo que he visto que es muy complicado. Tratar de llegar con todos los alumnos, sin “perder a ninguno en el camino”, al mismo tiempo que se imparte todo el temario ordenado por la legislación, es una tarea casi imposible de llevar a cabo. Aquí reside la importancia del buen docente, el que conoce a su alumnado, y trata de adaptarse a él en todo momento.

En cuanto a la sensación que me produjo, cabe destacar que me sentí muy cómoda en este primer contacto con la docencia. Antes de comenzar las clases pensaba que estos alumnos, al estar en plena adolescencia estarían muy revolucionados y enredarían mucho entre ellos, sin prestarme atención, también tenía miedo a que tratasen de desafiarme y tuviesen un comportamiento hostil. Sin embargo, eran encantadores, participaban mucho en clase y tenían muy buen comportamiento. He aprendido que si les tratas con respeto, te respetan en conocerles y en dejarles expresar su opinión, ellos te respetan a ti también y presentan una buena actitud en clase. Aunque hay que marcarles ciertos límites, ya que son demasiado habladores, y de vez en cuando está bien bromear con ellos, pero no siempre, porque si no se alborotan y se comportan como si estuviesen en el patio de recreo, haciendo que sea muy difícil continuar con la clase.

Pero, sin duda, lo que más me gustó del Prácticum es el momento en el que vi el cambio en la actitud de los alumnos, cuando dejaron de preguntar las dudas a mi tutora en el centro y empezaron a preguntármelas a mí. En ese momento me sentí muy satisfecha y realizada.

Por otro lado, comentar que en general ha sido una experiencia gratificante. Si bien, tengo alguna crítica constructiva. Considero que algunas asignaturas, sobre todo las de primer cuatrimestre (exceptuando Diseño curricular), podrían impartirse en muchas menos horas ya que en algunas de ellas se solapaban partes del temario. Este tiempo podría dedicarse a la de

Diseño curricular, ya que, desde mi punto de vista, en esta materia se nos han enseñado cosas muy interesantes y diferentes a las del resto de las asignaturas. Se nos enseñó por ejemplo a diseñar una prueba escrita, una tarea en la que se engloben todas las competencias clave, y una programación didáctica. Sin embargo, se hizo a contrarreloj, y con poco tiempo para resolver dudas, mientras que en otras asignaturas se hacían cosas en horario de clase que considero innecesarias y que podríamos haber hecho en nuestro tiempo libre, como la visualización de videos o la lectura de noticias.

Otro aspecto a mejorar sería, en cuanto a la forma de impartir las clases, sobre todo, en las materias del primer cuatrimestre, ya que se nos proporciona mucha teoría sobre innovación, estrategias metodológica y tipos de evaluación, pero apenas se realizan prácticas en las que se nos enseñe a aplicar este tipo de estrategias con los alumnos de secundaria, por lo que tampoco hemos aprendido a utilizarlas.

También creo que se nos tendría que haber enseñado más a diseñar y desarrollar actividades para el día a día en el aula, como se ha hecho en la asignatura de “Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología”, pero a lo largo de todo el Máster y abordando todo tipo de actividades: impartición de los contenidos mínimos, contenidos complementarios, evaluar a los alumnos, mejorar aspectos de interacción y convivencia en el aula, etc.

A pesar de todas las dificultades que han podido surgir, he de decir que el balance general de la realización del Máster ha sido, en mi caso, positivo.

Por último, me gustaría terminar con una reflexión sobre esta profesión, derivada de comentarios de profesores tanto de la universidad como del Centro de prácticas: “la docencia es un trabajo en el que nunca se para de aprender algo nuevo, en el que todo profesor debe formarse y renovarse continuamente”

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril Gallego, A. M. y Muela García, F.J. (2015). Significados sobre genética transmitidos por el cine y la educación formal. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 29(1), 195–214.
- Ageitos Prego, N. y Puig, B. (2016). Modelizar la expresión de los genes para el aprendizaje de enfermedades genéticas en secundaria. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (Belo Horizonte)*, 18(1), 65-84. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172016180104>
- Andrade, H. & Du, Y. (2005). Student perspectives on rubric-referenced assessment. *Practical Assessment Research & Evaluation*, 10(3), 1-11.
- Area Moreira, M. (2008). La innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación En La Escuela*, 5-17.
- Area, M., Cepeda, O., González, D. y Sanabria, A. (2010). Un análisis de las actividades didácticas con TIC en aulas de Educación Secundaria. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 38, 187-199.
- Banet, E. y Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y Bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 137–153.
- Bernal Bravo, C. y Trespaderne Arnaiz, G. (2015). Wikis en la Enseñanza Secundaria. *International Journal Of Educational Research And Innovation (IJERI)*, 3, 52-63.
- Caballero Armenta, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 227–243.
- Carrizosa Prieto, E. y Gallardo Ballester, J. (2012). Autoevaluación, coevaluación y evaluación de los aprendizajes. In *III Jornada sobre Docencia del Derecho y Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Barcelona. Retrieved from http://www.uoc.edu/symposia/dret_tic2012/pdf/4.6.carrizosa-esther-y-gallardo-jose.pdf
- Gallego Arrufat, M.J. y Raposo-Rivas, M. (2014). Compromiso del estudiante y percepción del proceso evaluador basado en rúbricas. *REDU. Revista De Docencia Universitaria*, 12(1), 197-215. doi: 10.4995/redu.2014.6423
- García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A., Basilotta Gómez-Pablos, V. y López García, C. (2014). ICT in Collaborative Learning in the Classrooms of Primary and Secondary Education. *Comunicar*, 21(42), 65-74. doi: 10.3916/c42-2014-06
- García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A., Hernández Martín, A. y Recamán Payo, A. (2012). La metodología del aprendizaje colaborativo a través de las TIC: una aproximación a las opiniones de profesores y alumnos. *Revista Complutense De Educación*, 23(1), 161-188. doi: 10.5209/rev_rced.2012.v23.n1.39108

Íñiguez Porras, F. J. y Puigcerver Oliván, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 307-327

Johnson, D., Johnson, R. y Holubec, E. (2008). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Argentina: Paidós.

Ruiz González, C., Banet, E. y López Banet, L. (2017). Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica : implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 550–569.

Vela Vargas, S., Medina Almeida, C. y Rodríguez Arroyo, J. (2017). Impacto del uso e incorporación de una wiki en el aprendizaje de la Biología. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (59), 1-19. doi: 10.21556/edutec.2017.59.696

Villarroel, J. (2007). Usos didácticos del wiki en educación secundaria. *Ikastorratza, E-Revista De Didáctica*, 1, 1-7. Retrieved from http://www.ehu.eus/ikastorratza/1_alea/wiki.pdf

ANEXO I- Rúbrica de evaluación de la wiki

Rúbrica Wiki Genética molecular							
Ítem	%	ADN	ARN	Replicación	Transcripción	Traducción	Mutación
Emplea <u>al menos</u> cinco fuentes bibliográficas distintas para obtener la información (y las proporciona al final del trabajo)	15						
Desarrolla el concepto con sus propias palabras (sin hacer un “copia y pega” de las fuentes consultadas)	15						
Se expresa de forma adecuada (vocabulario correcto, sin faltas ortográficas...) y coherente, siguiendo una secuenciación ordenada de las ideas	15						
Proporciona información adecuada (en cuanto a cantidad y calidad). El concepto está bien explicado, de una forma clara y precisa	15						
Emplea imágenes que facilitan la comprensión del concepto	15						
Proporciona enlaces a vídeos u otros recursos (como páginas web) que ayudan a comprender el concepto	15						
La presentación del trabajo es original, creativa y atractiva	10						
Nota final (ponderada)							

<i>Guía para poner la nota</i>	<i>0-1 (No cumple lo que se pide)</i>	<i>1-4 (Insuficiente)</i>	<i>4-6 (Suficiente)</i>	<i>6-8 (Bien)</i>	<i>8-9 (Muy bien)</i>	<i>10 (Excelente)</i>
---------------------------------------	--	----------------------------------	--------------------------------	--------------------------	------------------------------	------------------------------

ANEXO II- Prueba escrita (Genética molecular)

EXAMEN BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA 4º ESO. TEMA 5. GENÉTICA MOLECULAR

Nombre y Apellidos:

- 1) ¿Cuáles son los componentes de un nucleótido? ¿Cuántos nucleótidos diferentes podemos encontrar? Justifica tu respuesta. **(0,55 ptos)** *Relaciona el concepto de nucleótido con el de gen **(0,25 ptos)**

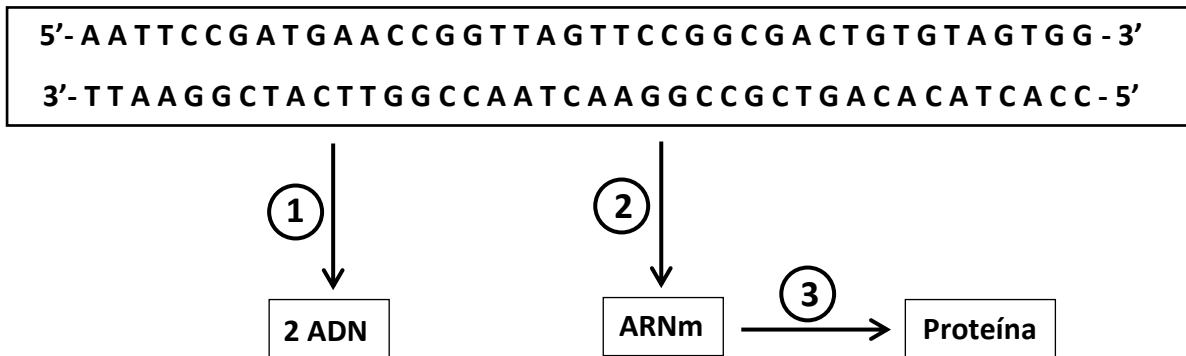
- 2) Completa la siguiente tabla **(2ptos)**

Ácido nucleico	ADN	ARN
<i>Tipos y localización</i>		
<i>Composición</i>		
<i>Estructura</i>		
<i>Función</i>		

* En el caso del ARN pon la función en general y luego concreta la de cada uno de los tipos.

- 3) Di las modificaciones que se introdujeron en el dogma central de la biología molecular, y explica el motivo por el que se introdujeron. **(1,5 ptos)**
- 4) ¿Qué quiere decir que la replicación es semiconservativa? ¿Y que ha de ser precisa? **(1 pto)**

5) A partir del siguiente esquema contesta a las siguientes preguntas (2 ptos)



1. Escribe el nombre de los tres procesos (1, 2 y 3) (0,3 ptos)
2. ¿En qué lugar de la célula se lleva a cabo cada uno de los procesos? (0,3 ptos)
3. Explica qué ocurre en cada uno de estos procesos (0,6 ptos)
4. Señala la hebra codificante y la hebra molde. ¿Cuál de las dos hebras es la que lleva la información para sintetizar la proteína? (0,25 ptos)
5. Escribe la secuencia del ARNm (0,25 ptos)
6. Señala los distintos tripletes (codones) en la secuencia del ARNm y escribe la secuencia de aminoácidos que se obtendría (Para ello haz uso de la tabla del código genético). (0,3 ptos)

Ala (A)	GCU, GCC, GCA, GCG	Asn (N)	AAU, AAC	Pro (P)	CCA, CCG
Val (V)	GUU, GUC, GUA, GUG	Leu (L)	UUA, CUU, CUC, CUG	Trp (W)	UGG
Arg (R)	CGU, CGC, CGA, CGG	Thr (T)	ACU, ACC, ACA, ACG	Ser (S)	UCU, UCC, UCA

6) ¿Qué es una mutación? Explica por qué no todas las mutaciones son heredadas por la descendencia y rellena la siguiente tabla con los tipos de mutaciones. (1,5 ptos)

Tipos de mutaciones en función de...			
Células afectadas		Tipo de alteración	

Efectos		Origen	
Alelos resultantes			

7) Di si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones y corrige las falsas **(1,2 ptos)**

- a) El ADN está formado por dos cadenas de nucleótidos que se mantienen unidas por sus ácidos fosfóricos.
- b) Un codón (triplete) determinado puede codificar varios aminoácidos diferentes.
- c) La transcripción del ADN es un proceso que permite la conservación de la información genética.
- d) Las mutaciones espontáneas son consecuencia de errores en el proceso de replicación del ADN.
- e) Las mutaciones son necesarias para reducir la variabilidad de los individuos de una población.
- f) Un individuo que padezca una triploidía tendrá un cromosoma más.